

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

#7  
L Tyson  
03/29/01



In re PATENT APPLICATION of  
Inventor(s): HOTTINEN

Appln. No.: \_\_\_\_\_  
Series Code    ↑                      ↑    Serial No.

Group Art Unit: Not Yet Assigned

Filed: December 27, 2001

Examiner: Not Yet Assigned

Title: METHOD AND ARRANGEMENT FOR IMPLEMENTING  
POWER CONTROL

Atty. Dkt. P 290575                      T200034/US/BR/kop

M#

Client Ref

Date: December 27, 2001

**SUBMISSION OF PRIORITY  
DOCUMENT IN ACCORDANCE  
WITH THE REQUIREMENTS OF RULE 55**

Hon. Asst Commissioner of Patents  
Washington, D.C. 20231

Sir:

Please accept the enclosed certified copy(ies) of the respective foreign application(s) listed below for which benefit under 35 U.S.C. 119/365 has been previously claimed in the subject application and if not is hereby claimed.

<u>Application No.</u>	<u>Country of Origin</u>	<u>Filed</u>
20002857	FINLAND	December 27, 2000

Respectfully submitted,

Pillsbury Winthrop LLP  
Intellectual Property Group

1600 Tysons Boulevard  
McLean, VA 22102  
Tel: (703) 905-2000

Atty/Sec: CHM/JRH

By Atty: Christine H. McCarthy

Reg. No. 41844

Sig: *ChH McCarthy*

Fax: (703) 905-2500  
Tel: (703) 905-2143

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS  
NATIONAL BOARD OF PATENTS AND REGISTRATION

Helsinki 13.12.2001

ETUOIKEUSTODISTUS  
PRIORITY DOCUMENT

#1  
J1046 U.S. PTO  
10/026944  
12/27/01



Hakija  
Applicant  
Nokia Networks Oy  
Helsinki

Patenttihakemus nro  
Patent application no  
20002857

Tekemispäivä  
Filing date  
27.12.2000

Kansainvälinen luokka  
International class  
H04B

Keksinnön nimitys  
Title of invention

"Menetelmä ja järjestely tehonsäädön toteuttamiseksi"

Hakemus on hakemusdiaariin 12.12.2001 tehdyn merkinnän mukaan siirtynyt **Nokia Corporation** nimiselle yhtiölle.

The application has according to an entry made in the register of patent applications on 12.12.2001 been assigned to **Nokia Corporation**.

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.

  
Pirjo Kalla  
Tutkimussihteeri

Maksu 300 mk (50 € 1.1.2002 lähtien)  
Fee 300 FIM (50 EUR from 1 January 2002)

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1027/2001 Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No. 1027/2001 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and Registration of Finland.

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500 Telefax: 09 6939 5328  
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500 Telefax: + 358 9 6939 5328  
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

## Menetelmä ja järjestely tehonsäädön toteuttamiseksi

### Keksinnön ala

Keksinnön kohteena on järjestely ja menetelmä tehonsäädön toteuttamiseksi. Erityisesti keksintöä voidaan soveltaa CDMA-radiojärjestelmissä nousevan tai laskevan siirtosuunnan tehonsäädössä.

### Keksinnön tausta

Radiopuhelinympäristölle on tyypillistä, että radioaaltojen etenemisolosuhteet vaihtelevat jatkuvasti. Sekä tilaajapäätelaitteen että tukiaseman vastaanottamassa signaalissa esiintyy jatkuvaa vaihtelua eli häipymistä. Signaalin häipymisessä voidaan erottaa kaksi erityyppistä ilmiötä. Häipyminen voi olla joko nopeaa tai hidasta ja yleensä molemmat ilmiöt esiintyvät samanaikaisesti.

Signaalin nopea häipyminen johtuu solukkoradioympäristölle tyypillisestä monitie-etenemisestä, jossa signaali etenee useita eri reittejä lähettimen ja vastaanottimen välillä. Eri teitä vastaanottimeen saapuvat signaalikomponentit summautuvat vastaanottimessa ja riippuen signaalikomponenttien keskinäisistä vaihe-eroista ne joko vahvistavat tai vaimentavat toisiaan. Signaalin taso saattaa vaihdella huomattavasti, jopa kymmeniä desibelejä, jo alle puolen aallonpituuden matkalla.

Signaalin hidas häipyminen johtuu puolestaan siitä, että radiotiellä on vaihteleva määrä ylimääräistä vaimennusta aiheuttavia tekijöitä, kuten esimerkiksi maastoesteitä tai rakennuksia. Hitaan häipymisen vaikutus signaaliin on nimensä mukaisesti kertaluokkaa hitaampaa vaihtelua signaalin voimakkuuteen kuin nopealla häipymisellä, joka saa aikaan hitaan häipymän aiheuttaman verhokäyrän ympärille voimakkaita tehovaihteluita.

Yllämainitusta vastaanotetun signaalin voimakkuuden jatkuvasta vaihtelusta johtuen tilaajapäätelaitteen ja tukiaseman käyttämää lähetystehoa on jatkuvasti tarkkailtava ja pyrittävä säätämään se kullakin ajan hetkellä sopivaksi. Tehonsäädön tarkoituksena on pitää laitteen lähetysteho mahdollisimman pienenä kuitenkin riittävällä yhteydenlaadulla, jotta signaali ei häiritsisi muita yhteyksiä ja jotta varsinkin kannettavan päätelaitteen virrankulutus olisi pieni.

Useissa tunnetun tekniikan mukaisissa ratkaisuissa tehonsäätöjärjestelmät jaetaan kahteen osaan, ns avoimen silmukan ja suljetun silmukan säätöön. Avoimen silmukan säädössä päätelaite säätää omaa tehoaan tuki-

asemalta vastaanottamansa signaalin tehon perusteella. Suljetun silmukan säädössä tukiasema lähettää päätelaitteelle tehonsäätökomentoja (nosta tai laske lähetystehoa) perustaen komennot päätelaitteen lähettämän signaalin laatuun, erityisesti signaalihäiriösuhteeseen (SIR).

5 Suljetun silmukan säätö voidaan edelleen jakaa kahteen osaan: sisempään ja ulompaan silmukkaan. Sisemmässä silmukassa tukiasema mittaa päätelaitteelta vastaanottamastaan signaalista signaalihäiriösuhteen, vertaa sitä asetettuun kynnysarvo-SIR:iin, ja lähettää päätelaitteelle tehonsäätökomentoja, joilla signaalin SIR:n ja kynnysarvon ero pienentyisi.

10 Ulomassa silmukassa kynnysarvoa säädetään kanavan parametrien mukaan. Ulomman silmukan säätö on useimmiten paljon hitaampaa kuin sisemmän silmukan säätö.

Kynnysarvo-SIR:n säätö perustuu tunnetuissa menetelmissä useimmiten bittivirhesuhteen (BER, bit error rate) tai kehysvirhesuhteen (FER, frame error rate) laskemiseen, joka toteutetaan kehyksissä olevien CRC-koodauksen avulla. Tämä nousee ongelmaksi erityisesti silloin, kun siirrolta vaaditaan pientä bittivirhesuhdetta, kuten esimerkiksi datasiirrossa BER:llä saattaa olla arvo  $10^{-6}$  tai  $10^{-9}$ . Tällöin myös vastaava FER on pieni. Vastaanotetusta signaalista on tällöin erittäin työlästä mitata luotettavaa BER- tai FER-arvoa ja samalla on erittäin vaikeaa kontrolloida tarkasti kynnysarvo-SIRiä. Tav. Tavanomaisia menetelmiä käytettäessä luotettava mittaus kestää erittäin kauan. Esimerkiksi 32kbit/s siirtonopeudella ja kehyksen pituuden ollessa 80 ms luotettava FER-mittaus saattaa viedä jopa 400s. Tämä on käytännön sovelluksissa aivan liian pitkä aika. Lisäksi, CRC virheen sattuessa kynnysarvo saattaa nousta liian korkeaksi, jolloin lähetysteho on tarpeettoman suuri, mikä syö systeemin kapasitettia aiheutten kohtuutonta häiriötä muille soluille samassa tai naapurisoluissa.

Eräs tunnettu menetelmä on esitetty julkaisussa A. Sampath, P. Kumar, J.M. Holtzman, "On setting reserse link target SIR in a CDMA system", Proc IEEE VTC '97, pp. 929-933. Tässä kynnysarvoa säädetään edellä kuvalla tavalla kiinteän kokoista säätöaskelta käyttäen. CRC-koodauksella selvitetään, oliko vastaanotettu kehys virheellinen, ja mikäli se ei ollut, niin kynnysarvoa muutetaan annetulla askeleella  $\Delta$ . Mikäli kehys oli virheellinen, niin kynnysarvoa muutetaan toiseen suuntaan askeleella  $K\Delta$  missä K on kokonaisluku suurempi tai yhtäsuuri kuin 1.

Tunnetun tekniikan mukaisissa ratkaisuissa epäkohtina on säädön hidas sopeutuminen muuttuvaan kanavaan. Sääto ei pysy nopeasti muuttuvan kanavan mukana.

### Keksinnön lyhyt selostus

5 Keksinnön tavoitteena on siten toteuttaa menetelmä ja menetelmän toteuttava laitteisto siten, että tehonsäätö voidaan toteuttaa nopeana ja tehokkaana. Tämä saavutetaan menetelmällä tehonsäädön toteuttamiseksi kahden lähetinvastaanottimen välisellä yhteydellä, jossa menetelmässä vastaanotetaan ensimmäisen lähetinvastaanottimen lähettämää kehysmuotoista signaalia 10 toisella lähetinvastaanottimella, dekodataan vastaanotettua signaalia toisen lähetinvastaanottimen dekooderissa, joka dekooderi antaa ulostulossaan estimaatin signaalin luotettavuudesta, verrataan estimoitua luotettavuutta tai sitä mallintavaa parametria tiettyyn annettuun kynnysarvoon, säädetään ensimmäisen lähetinvastaanottimen lähetystehoa toisessa lähetinvastaanottimessa 15 signaloimalla tehonsäätöinformaatiota ensimmäiselle lähetinvastaanottimelle siten että estimoitu luotettavuus olisi mahdollisimman lähellä annettua luotettavuutta. Keksinnön mukaisessa menetelmässä lasketaan tehonsäätöinformaatio estimoidun luotettavuuden perusteella.

Keksinnön kohteena on myös menetelmä tehonsäädön toteuttamiseksi 20 kahden lähetinvastaanottimen välisellä yhteydellä, jossa menetelmässä vastaanotetaan ensimmäisen lähetinvastaanottimen lähettämää kehysmuotoista signaalia toisella lähetinvastaanottimella, dekodataan vastaanotettua signaalia toisen lähetinvastaanottimen dekooderissa, joka dekooderi antaa ulostulossaan estimaatin kunkin vastaanotetun kehyksen luotettavuudesta, 25 verrataan estimoitua luotettavuutta tai sitä mallintavaa parametria tiettyyn annettuun kynnysarvoon, säädetään ensimmäisen lähetinvastaanottimen lähetystehoa toisessa lähetinvastaanottimessa signaloimalla tehonsäätöinformaatiota ensimmäiselle lähetinvastaanottimelle siten, että estimoitu luotettavuus olisi mahdollisimman lähellä annettua luotettavuutta. Keksinnön mukaisessa 30 menetelmässä muodostetaan usean vastaanotetun kehyksen luotettavuusmittojen avulla vähintään yhden luotettavuusmitan jakauman estimaatti ja lasketaan tehonsäätöinformaatio estimoidun luotettavuuden perusteella.

Keksinnön kohteena on myös järjestely tehonsäädön toteuttamiseksi 35 kahden lähetinvastaanottimen välisellä yhteydellä, joka järjestely käsittää toisessa lähetinvastaanottimessa välineet vastaanottaa ensimmäisen lähetinvastaanottimen lähettämää kehysmuotoista signaalia, välineet dekodata

vastaanotettua signaalia, jotka välineet on sovitettu antamaan ulostulossaan estimaatin signaalin luotettavuudesta, välineet verrata estimoitua luotettavuutta tai sitä mallintavaa parametria tiettyyn annettuun kynnysarvoon, välineet säätää ensimmäisen lähetinvastaanottimen lähetystehoa muodostamalla ja signaloimalla tehonsäätöinformaatiota ensimmäiselle lähetinvastaanottimelle siten, että estimoitu luotettavuus olisi mahdollisimman lähellä annettua luotettavuutta, välineet säätää annettua kynnysarvoa signaalin laadun optimoimiseksi. Keksinnön mukaisessa järjestelyssä välineet laskevat tehonsäätöinformaation estimoidun luotettavuuden perusteella.

Keksinnön kohteena on myös järjestely tehonsäädön toteuttamiseksi kahden lähetinvastaanottimen välisellä yhteydellä, joka järjestely käsittää toisessa lähetinvastaanottimessa välineet vastaanottaa ensimmäisen lähetinvastaanottimen lähettämää kehysmuotoista signaalia, välineet dekodata vastaanotettua signaalia, jotka välineet on sovitettu antamaan ulostulossaan estimaatin kunkin vastaanotetun kehyksen luotettavuudesta, välineet verrata estimoitua luotettavuutta tai sitä mallintavaa parametria tiettyyn annettuun kynnysarvoon, välineet säätää ensimmäisen lähetinvastaanottimen lähetystehoa muodostamalla ja signaloimalla tehonsäätöinformaatiota ensimmäiselle lähetinvastaanottimelle siten, että estimoitu luotettavuus olisi mahdollisimman lähellä annettua luotettavuutta. Keksinnön mukaisessa järjestelyssä välineet muodostavat usean vastaanotetun kehyksen luotettavuusmittojen avulla vähintään yhden luotettavuusmitan jakauman estimaatin, ja laskevat tehonsäätöinformaation estimoidun luotettavuuden perusteella.

Keksintö perustuu siihen, että askelmaisen tehonsäädön toiminta kontrolloidaan kanavadekooderista saatavan luotettavuusinformaation, erityisesti virheenkorjauksen, perusteella. Keksinnön eräässä edullisessa toteutusmuodossa ulomman silmukan kontrolloimaa kynnysarvoa säädetään askelmaisesti askeleen kokoa muuttaen käyttäen perusteena luotettavuusinformaatiota. Keksinnön eräässä toisessa edullisessa toteutusmuodossa tehonsäädön askelkokoa säädetään luotettavuusinformaation perusteella.

Keksinnön mukaisen menetelmällä ja järjestelmällä saavutetaan useita etuja. Ratkaisun mukainen säätö on nopeaa ja sopeutuu hyvin kanavakoodauksen ja kanavan muutoksiin.

### **Kuvioiden lyhyt selostus**

Keksintöä selostetaan nyt lähemmin edullisten suoritusmuotojen yhteydessä, viitaten oheisiin piirroksiin, joissa

kuvio 1 esittää esimerkkiä keksinnön erään toteutusmuodon mukaisesta järjestelmästä,

kuvio 2 esittää toista esimerkkiä keksinnön erään toteutusmuodon mukaisesta järjestelmästä ja

5 kuvio 3 esittää esimerkkiä ensimmäisen ja toisen lähetinvastaanot-timen rakenteesta.

### Keksinnön edullisten toteutusmuotojen selostus

Keksinnön edullisia toteutusmuotoja voidaan soveltaa tietoliikennejärjestelmissä, joissa käytetään hajaspektritiedonsiirtoa. Eräs tällainen tietoliikennejärjestelmä on laajakaistainen CDMA/WCDMA-radiojärjestelmä. Seuraavassa esimerkissä kuvataan keksinnön edullisia toteutusmuotoja laajakaistaista koodijakoista monikäyttömenetelmää käyttävässä universaalissa matkapuhelinjärjestelmässä, keksintöä siihen kuitenkaan rajoittamatta.

Viitaten kuvioon 1 selostetaan esimerkinomaisesti matkapuhelinjärjestelmän rakennetta. Matkapuhelinjärjestelmän pääosat ovat ydinverkko (core network) CN, matkapuhelinjärjestelmän maanpäällinen radioliittymäverkko (UMTS terrestrial radio access network) UTRAN ja tilaajapääteläite (user equipment) UE. CN:n ja UTRAN:in välinen rajapinta on nimeltään Iu, ja UTRAN:in ja UE:n välinen ilmarajapinta on nimeltään Uu.

20 UTRAN muodostuu radioverkkoalijärjestelmistä (radio network subsystem) RNS. RNS:ien välinen rajapinta on nimeltään Iur. RNS muodostuu radioverkkokontrollerista (radio network controller) RNC ja yhdestä tai useammasta B-solmusta (node B) B. RNC:n ja B:n välinen rajapinta on nimeltään Iub. B-solmun kuuluvuusalueita eli solua merkitään kuviossa C:llä.

25 Kuviossa 1 esitetty kuvaus on melko yleisellä tasolla, joten sitä selvennetään kuviossa 2 esitetyllä tarkemmalla esimerkillä solukkoradiojärjestelmästä. Kuvio 2 sisältää vain oleelliset lohkot, mutta alan ammattimiehelle on selvää, että tavanomaiseen solukkoradioverkkoon sisältyy lisäksi muitakin toimintoja ja rakenteita, joiden tarkempi selittäminen ei tässä ole tarpeen. Huomattakoon myös, että kuviossa 2 on esitetty vain eräs esimerkkirakenne. Keksinnön mukaisissa järjestelmissä saattavat yksityiskohdat poiketa kuviossa 2 esitetyistä, mutta keksinnön kannalta näillä eroilla ei ole merkitystä.

35 Solukkoradioverkko käsittää siis tyypillisesti kiinteän verkon infrastruktuurin eli verkko-osan 200, ja tilaajapäätelaitteita 202, jotka voivat olla kiinteästi sijoitettuja, ajoneuvoon sijoitettuja tai kannettavia mukana pidettäviä päätelaitteita. Verkko-osassa 200 on tukiasemia 204. Tukiasema vastaa edellisen

kuvion B-solmua. Useita tukiasemia 204 keskitetysti puolestaan ohjaa niihin yhteydessä oleva radioverkkokontrolleri 206. Tukiasemassa 204 on lähetinvastaanottimia 208 ja multiplekseriyksikkö 212.

5 Tukiasemassa 204 on edelleen ohjausyksikkö 210, joka ohjaa lähetinvastaanottimien 208 ja multiplekserin 212 toimintaa. Multiplekserillä 212 sijoitetaan useiden lähetinvastaanottimien 208 käyttämät liikenne- ja ohjauskana-

10 vat yhdelle siirtoyhteydelle 214. Siirtoyhteys 214 muodostaa rajapinnan lub. Tukiaseman 204 lähetinvastaanottimista 208 on yhteys antenniyksikköön 218, jolla toteutetaan kaksisuuntainen radioyhteys 216 tilaajapäätelaitteeseen 202. Kaksisuuntaisessa radioyhteydessä 216 siirrettävien kehysten rakenne on järjestelmäkohtaisesti määriteltä, ja sitä kutsutaan ilmarajapinnaksi Uu.

15 Radioverkkokontrolleri 206 käsittää ryhmäkytkentäkentän 220 ja ohjausyksikön 222. Ryhmäkytkentäkenttää 220 käytetään puheen ja datan kytkentään sekä yhdistämään signalointipiirejä. Tukiaseman 204 ja radioverkkokontrollerin 206 muodostamaan radioverkkoalijärjestelmään 224 kuuluu lisäksi transkooderi 226. Transkooderi 226 sijaitsee yleensä mahdollisimman lähellä matkapuhelinkeskusta 228, koska puhe voidaan tällöin siirtokapasiteettia säästää siirtää solukkoradioverkon muodossa transkooderin 226 ja radiover-

20 kokontrollerin 206 välillä.

Transkooderi 226 muuntaa yleisen puhelinverkon ja radiopuhelinverkon välillä käytettävät erilaiset puheen digitaaliset koodausmuodot toisilleen sopiviksi, esimerkiksi kiinteän verkon muodosta solukkoradioverkon johonkin muuhun muotoon ja päinvastoin. Ohjausyksikkö 222 suorittaa puhelunohjaus-

25 ta, liikkuvuuden hallintaa, tilastotietojen keräystä ja signalointia.

Kuviossa 2 kuvataan edelleen matkapuhelinkeskus 228 ja portti-matkapuhelinkeskus 230, joka hoitaa matkapuhelinjärjestelmän yhteydet ulkopuoliseen maailmaan, tässä yleiseen puhelinverkkoon 232.

30 Keksinnön edullisten sovellusmuotojen mukaista ratkaisua voidaan erityisesti soveltaa sekä tukiasema- että päätelaittevastaanottimessa, ja yleisemmin myöskin minkä tahansa kahden lähetinvastaanottimen välisessä kommunikoinnissa. Tässä selostuksessa kuvataan lähinnä toteutusvaihtoehtoa, jossa solukkoradiojärjestelmän tukiasema säätää siihen yhteydessä olevan päätelaitteen tehoa, eli vaihtoehtoa, jossa ensimmäinen lähetinvastaan-

35 otin on päätelaite, ja toinen lähetinvastaanotin on tukiaseman lähetinvastaanotin.



Tarkastellaan seuraavaksi tarkemmin erästä esimerkkiä ensimmäisen ja toisen lähetinvastaanottimen rakenteesta kuvion 3 avulla. Kuviossa on esitetty lähetinvastaanottimien keksinnön kannalta olennaiset osat. Lähetinvastaanottimet käsittävät luonnollisesti paljon muitakin lohkoja kuin mitä kuviossa esitetään, kuten alan ammattimiehelle on selvää, mutta ne eivät tässä ole oleellisia.

Ensimmäinen lähetinvastaanotin 202 on tässä esimerkissä siis päätelaite. Laite käsittää kanavakooderin 302, jossa suoritetaan haluttu kanavakoodaus lähetettävälle signaalille 300, joka voi olla esimerkiksi puhetta tai muuta dataa. Kanavakoodattu signaali viedään modulaattorille, jossa signaali moduloidaan halutulle kanta-aallolle, vahvistetaan ja lähetetään radiotielle 310A antennin 324A kautta. Modulaattorissa suoritetaan tarvittavat purskeenmuodostukset, kehysrakenteen koostaminen, hajotuskoodilla kertominen ja muut järjestelmästä riippuvat toimenpiteet, joihin tässä ei puututa, koska ne ovat keksinnön kannalta epäolennaisia. Laite käsittää edelleen ohjausvälineet 306, jotka tyypillisesti on toteutettu prosessorin ja/tai erillisten komponenttien ja sopivan ohjelmiston avulla. Ohjausvälineet 306 ohjaavat laitteen eri osien toimintaa. Laite käsittää edelleen vastaanottovälineet 308 vastaanottaa signaalia radiotieltä 310B antennin 324B avulla. Välineissä suoritetaan signaalin demodulointi ja dekodaus tunnetuilla tavoilla. Tässä radiotie on kuvattu kahdessa eri osassa 310A ja 310B, jotka käytännössä ovat radiotien erisuuntaiset siirtotiet (nouseva ja laskeva siirtosuunta). Edelleen käytännön päätelaite käsittää yleensä vain yhden antennin, vaikka tässä esimerkissä antenneja on selkeyden vuoksi kuvattu kaksi 324A ja 324B.

Toinen lähetinvastaanotin 208 vastaanottaa signaalin ensimmäiseltä lähetinvastaanottimelta antennilla 326A ja vie signaalin demodulaattorille 312, jossa signaali demoduloidaan ja muunnetaan tyypillisesti väli- tai kanta-aajuudelle. Näin muunnettu signaali muutetaan digitaaliseen muotoon analogia/digitaalimuuntimessa 314, ja viedään edelleen dekodeerille 316, jossa suoritetaan kanavadekodaus. Dekoodattu signaali 322 viedään vastaanottimen muihin osiin. Toinen lähetinvastaanotin käsittää myös ohjausvälineet 318, jotka ohjaavat laitteen eri osien toimintaa. Lähetinvastaanotin käsittää myös lähetinvälineet 320, jotka lähettävät haluttua signaalia antennin 326B avulla radiotielle 310B ja ensimmäiselle lähetinvastaanottimelle 202.

Keksinnön edullisten toteutusmuotojen mukaisessa toisessa lähetinvastaanottimessa käytetään dekodeeria, joka dekodatessaan vastaan-

otettua signaalia laskee myös estimaatteja signaalin käsittämien symbolien tai bittien a posteriori todennäköisyyksistä. Usein varsinkin langattomissa tiedon-  
siirtojärjestelmissä käytetään tehokkaita kanavakoodausmenetelmiä, kuten  
turbokoodausta. Turbokoodauksen dekodaukseen on kehitetty lukuisia me-  
5 netelmiä, joissa sovelletaan esimerkiksi ns. MAP (Maximum A Posteriori)-  
menetelmää eri muodoissaan. Esimerkiksi näissä menetelmissä lasketaan  
keksinnön edullisissa toteutusmuodoissa tarvittavia todennäköisyyslaskelmia.

Keksinnön eräiden edullisten toteutusmuotojen mukaisessa ratkai-  
sussa hyödynnetään koodatun bittivirhesuhteen (BER) laskentaa, joka suori-  
10 tetaan dekodauksen yhteydessä tai dekodauksen antaman informaation pe-  
rusteella. Eräs sokea estimaatti koodatulle BER:lle saadaan kanavadekode-  
rin 312 ulostulon pehmeiden päätösten statistiikasta:

$$P_e = E \left[ (1 - p_1) 1_{p_1 > 1/2}(p_1) + p_1 1_{p_1 < 1/2}(p_1) \right], \quad (1)$$

missä  $1_{p_1 > 1/2} = 1$ , jos  $p_1 > 1/2$  ja  $1_{p_1 > 1/2} = 0$ , muulloin;  
15  $p_1 = \Pr(b = 1 | r)$ , a posteriori todennäköisyys koodatulle symbolille  
tai lähetetylle bitille.

Näyte-estimaatti koodatulle BER:lle käyttäen kehystä, jonka koko  
on  $N$ , saadaan esimerkiksi kaavasta:

$$\hat{P}_e = 1/N \sum_i \left[ (1 - p_1(i)) 1_{p_1(i) > 1/2}(p_1(i)) + p_1(i) 1_{p_1(i) < 1/2}(p_1(i)) \right], \quad (2)$$

20 missä oletetaan yksinkertaisuuden vuoksi että bittivirheet ovat riippumattomia  
toisistaan.

BER-estimaattia voidaan tarkentaa, jos hyödynnetään tunnettuja  
bittejä, saadaan seuraavasti:

$$\hat{B}ER = 1/N \sum_i \left[ (1 - p_1(i)) 1_{b(i) > 1/2}(b(i)) + p_1(i) 1_{b(i) < 1/2}(b(i)) \right]. \quad (3)$$

25 Kehysvirhe-estimaatti FER voidaan puolestaan laskea esimerkiksi  
seuraavasti,

$$\hat{F}ER = 1/N \prod_{i=1}^N \left[ p_1(i) 1_{b(i) > 1/2} + (1 - p_1(i)) 1_{b(i) < 1/2}(b(i)) \right]. \quad (4)$$

Vastaavasti voidaan laskea todennäköisyys että kehyksessä on  
tietty määrä virheitä, tai että tietyt bitit ovat virheellisiä kehyksessä.

30 Edellämainittuja estimaatteja voidaan luonnollisesti myös kombinoi-  
da, jos kehyksessä on osa tunnettuja bittejä ja osa informaatiobittejä. Oleel-

lista on, että tavalla tai toisella hyödynnetään luotettavuusestimaatteja, joko yksittäisille biteille tai bittisekvensseille, kuten kehyksille.

Kanavadekooderista voidaan siis saada estimaatti signaalin bittivirhesuhteesta tai signaalin kehysvirhesuhteesta, jopa ilman tunnettujen bittien tai CRC koodin käyttöä. Kanavadekooderista voidaan myös saada signaalin uskottavuusmetriikka, kuten joukko log-likelihood-arvoja, jotka liittyvät edellisiin todennäköisyyksiin: tyypillisesti log-likelihood metriikka on verrannollinen suu-  
reeseen

$$\Lambda(b_i) = K \log((p_1(i) | r) / (p_{-1}(i) | r))$$

missä K on jokin vakio.

Keksinnön erään edullisen toteutusmuodon mukaisessa ratkaisussa estimoidun luotettavuuden tai eri luotettavuusestimaattien perusteella voidaan myös määrittää yhteyden luotettavuudelle jakauma tai sitä kuvaavan parametrin jakauma. Jakaumalla tarkoitetaan tässä yhteydessä esimerkiksi em. a posteriori todennäköisyyksien tai log-likelihood arvojen jakaumaa, mikä voidaan estimoida parametrisesti tai parametrittomasti vastaanotetuista log-likelihood arvoista tai todennäköisyyksistä. Tämä tapahtuu esimerkiksi ei-parametrittomasti niin, että vastaanotin laskee (joko rekursiivisesti, tai ei-rekursiivisesti tallettamalla muistiin joukon luotettavuusarvoja joko yksittäisille biteille tai bittisekvensseille) histogrammin halutusta luotettavuusmitasta, esimerkiksi bittivirhetodennäköisyyksistä tai metriikoista. Vaihtoehtoisesti, jakaumaperhe (esim. [mixture][log-] Normaali jakauma keskiarvoilla  $\mu_1$  ja varianssilla  $\sigma_1$ ) voidaan määrittää eri koodaus ja/tai kanaville erikseen ja luotettavuusestimaatti saadaan estimoimalla vain tarvittavat parametrit vastaanotetuista luotettavuusmetriikoista. On huomattava että luotettavuusmetriikan jakauma riippuu erittäin paljon käytetystä kanavakoodista ja siirtotiestä ja sen tilastollisista ominaisuuksista.

Edellisten lisäksi keksinnön edullisten toteutusmuotojen mukaisessa ratkaisussa voidaan apuna hyödyntää CRC-laskennan antamaa arviota kehysvirhesuhteelle. Tämä menetelmä jättää luonnollisesti täysin käyttämättä em. virheitä korjaavan koodin antaman luotettavuusinformaation.

Keksinnön erään edullisen toteutusmuodon mukaisessa ratkaisussa toinen lähetysvastaanotin siis vastaanottaa edullisesti kehysmuotoista signaalia ensimmäiseltä vastaanottimelta, ja suorittaa dekoodauksen dekooderissa 312. Dekooderista saadaan esimerkiksi yllä mainittujen kaavojen mukaisesti informaatiota signaalin laadusta. Tieto viedään ohjausvälineisiin 318, joka

vastaa tehonsäädön ohjauksesta. Ohjausvälineissä muodostetaan tehonsäätökomentoja (nosta tai laske lähetystehoa) ensimmäiselle lähetinvastaanottimelle perustaen komennot ensimmäisen lähetinvastaanottimen lähettämän signaalin laatuun, erityisesti BER/FER-informaatioon tai niiden jakaumaan.

5 Tehonsäätökomennot lähetetään lähetysvälineitä 320 käyttäen ensimmäiselle lähetinvastaanottimelle, joka vastaanottaa komennot vastaanotinvälineillä 308, josta komennot siirretään ohjausvälineille 306, jotka komentojen perusteella ohjaavat modulaattorissa 304 käytettävää lähetystehoa.

Erään edullisen toteutusmuodon mukaisessa ratkaisussa toisen lähetinvastaanottimen ohjausvälineissä muodostetaan siis vertailu vastaanotetusta signaalista estimoidun signaalin luotettavuusparametrin tai luotettavuusmetriikan/parametrin jakauman ja annetun kynnysparametrin (esim.  $BER_{TH}$ ,  $FER_{TH}$ ,  $SIR_{TH}$ ) tai näiden jakauman välillä. Annettua kynnysarvoa täytyy myös säätää, koska signaalien etenemisolosuhteet ja koodausmenetelmät langattomassa tiedonsiirrossa vaihtelevat. Kynnysarvon muuttaminen on yksinkertainen tapa vaikuttaa luotettavuusmetriikan jakaumaan. Vaikutus on tyypillisesti erilainen eri kanavakoodeilla ja eri kehyksen muodostamistavoille. Joissain tapauksissa on mahdollista määrittää joukko eri kynnysarvoja jolloin kontrolli on eri riippuen vastaanotetun luotettavuusmetriikan arvosta, ja eri kynnysarvojen määrittäminen voi riippua luotettavuusmetriikan jakaumasta. Jos esimerkiksi jakauma on bimodaalinen, niin että luotettavuus on joko erittäin huono tai erittäin hyvä, ei ole välttämättä edullista nostaa kynnystä niin suureksi, että molemmat osat jakaumasta ovat riittävän luotettavia. Tällöin voi olla edullista olla nostamatta kynnysarvoa huonon luotettavuuden kehyksen tilanteessa, muutoin kynnysarvo voi nousta liian suureksi rasittaen systeemin kapasiteettia liiaksi. Vaihtoehtoisesti, kontrolli voi olla tällöin jotakin muuta joka muuttaa luotettavuusjakaumaa esim. koodaussuhdetta muuttamalla tai jonkin koodauksen parametria muuttamalla. Esimerkiksi tällainen tilanne saattaa syntyä jos Turbo-koodin lomittelija on huono annetulle kehykselle. Tilanne voidaan detektoida dekodeausmetriikan jakauman avulla ja sen sijaan, että nostetaan lähetystehoa, voidaan vaihtaa lomituksen parametrejä, tai ainakin olla nostamatta kynnystä kohtuuttomasti.

10  
15  
20  
25  
30

Erään toisen edullisen toteutusmuodon mukaisessa ratkaisussa toisen lähetinvastaanottimen ohjausvälineissä muodostetaan tehonsäädön askelkokoa signaalista estimoidun signaalin luotettavuusparametrin avulla. Tämä

35

askelkoko signaloidaan lähetysvälineitä 320 käyttäen ensimmäiselle lähetinvastaanottimelle, joka vastaanottaa komennot vastaanotinvälineillä 308.

Tarkastellaan nyt esimerkkiä kynnysarvon säädöstä BER/FER-arvoa perustana käyttäen. Kynnysarvoa voidaan askelmaisesti säätää seuraavan kaavan mukaisesti:

$$SIR_{TH} \leftarrow SIR_{TH} + \Pr(FER > 0)\Delta_1 - \Pr(FER = 0)\Delta_2, \quad (5)$$

missä FER saadaan kaavaa (4) käyttäen, mahdollisesti CRC-tulosta apuna käyttäen. Vaihtoehtoisesti, voidaan myös estimoida (CRC:n kanssa tai ilman):

$$SIR_{TH} \leftarrow SIR_{TH} + \Pr(BER \geq BER_{target})\Delta_1 - \Pr(BER < BER_{target})\Delta_2, \quad (6),$$

missä  $\Delta_1 > 0$  tai  $\Delta_2 \geq 0$ . Kaavojen mukaan siis kynnysarvoa säädetään askelmaisesti siten, että askeleen koko riippuu estimoidusta BER/FER-arvosta ja halutusta BER-arvosta ( $BER_{target}$ ). Tämä  $BER_{target}$  voi olla 0 tai se voi olla nollaa suurempi. Jälkimmäisessä tapauksessa voidaan käyttää BER-estimaatteja siten, että lasketaan BER/FER-jakauma. Nyt voidaan etsiä kynnysarvo, joka optimoi esimerkiksi BER-katkostodennäköisyyden (BER-outage).

Ratkaisun eräänä etuna on se, että kun BER/FER on kaukana halutusta, niin askelkoko kasvaa. Näin säätö konvergoituu nopeasti haluttuun arvoon.

Vastaavia kaavoja käyttäen voidaan luotettavuusestimaattia, estimaattia kuvaavaa suuretta tai jakaumaa soveltaa myös tehonsäätöaskelkoon säätöön. Tieto muuttuneesta askelkoosta lähetetään ensimmäiselle lähetinvastaanottimelle.

Keksinnön erään edullisen toteutusmuodon mukaisessa ratkaisussa askelkoko voidaan myös valita joukosta mahdollisia askelkokoja. Tehonsäätöbittien signaalointi voi tapahtua millä tahansa tunnetulla menetelmällä.

Keksinnön edullisen toteutusmuodon mukaisessa ratkaisussa lähetettävä signaali on kehysmuotoista. Peräkkäisissä kehyksissä tyypillisesti lähetetään eri informaatiota. Ratkaisua voidaan myös soveltaa järjestelyssä, jossa peräkkäisissä kehyksissä lähetetään ainakin osittain samaa informaatiota. Tällainen on esimerkiksi tilanne, jossa epäonnistuneesti vastaanotetussa dekodattu kehys siirretään uudelleen. Aiemmin lähetetty ja ainakin osittain epäonnistuneesti vastaanotettu kehys ja uudelleenlähetetty kehys voidaan yhdistää vastaanottimessa. Tämä on ns. inkrementaalista redundanssia. Keksinnön erään edullisen toteutusmuodon mukaisessa ratkaisussa aiemman lähettyksen ja uudelleenlähettyksen luotettavuusmetriikoiden kombinaatio (esimerkiksi summa) voidaan pyrkiä saamaan halutuksi. Esimerkiksi jos aiempi lähe-

tys epäonnistui melkein kokonaan, ja uudelleenlähetyistä on pyydetty, voidaan uudelleenlähetyt suorittaa pienemmällä teholla kuin jos ensimmäinen lähetyt olisi kokonaan epäonnistunut.

- Vaikka keksintöä on edellä selostettu viitaten oheisten piirustusten mukaiseen esimerkkiin, on selvää, ettei keksintö ole rajoittunut siihen, vaan sitä voidaan muunnella monin tavoin oheisten patenttivaatimusten esittämän keksinnöllisen ajatuksen puitteissa.
- 5

**Patenttivaatimukset**

1. Menetelmä tehonsäädön toteuttamiseksi kahden lähetinvastaanottimen (202, 208) välisellä yhteydellä, jossa menetelmässä

vastaanotetaan ensimmäisen lähetinvastaanottimen (202) lähettä-  
5 mää kehysmuotoista signaalia toisella lähetinvastaanottimella (208),

dekoodataan vastaanotettua signaalia toisen lähetinvastaanottimen  
dekooderissa (316), joka dekooderi antaa ulostulossaan estimaatin signaalin  
luotettavuudesta,

verrataan estimoitua luotettavuutta tai sitä mallintavaa parametria  
10 tiettyyn annettuun kynnysarvoon,

säädetään ensimmäisen lähetinvastaanottimen lähetystehoa toi-  
sessa lähetinvastaanottimessa signaloimalla tehonsäätöinformaatiota ensim-  
mäiselle lähetinvastaanottimelle siten, että estimoitu luotettavuus olisi mahdol-  
lisimman lähellä annettua luotettavuutta, t u n n e t t u siitä, että

15 lasketaan tehonsäätöinformaatio estimoidun luotettavuuden perus-  
teella.

2. Menetelmä tehonsäädön toteuttamiseksi kahden lähetinvastaanottimen (202, 208) välisellä yhteydellä, jossa menetelmässä

vastaanotetaan ensimmäisen lähetinvastaanottimen (202) lähettä-  
20 mää kehysmuotoista signaalia toisella lähetinvastaanottimella (208),

dekoodataan vastaanotettua signaalia toisen lähetinvastaanottimen  
dekooderissa (316), joka dekooderi antaa ulostulossaan estimaatin kunkin  
vastaanotetun kehyksen luotettavuudesta,

verrataan estimoitua luotettavuutta tai sitä mallintavaa parametria  
25 tiettyyn annettuun kynnysarvoon,

säädetään ensimmäisen lähetinvastaanottimen lähetystehoa toi-  
sessa lähetinvastaanottimessa signaloimalla tehonsäätöinformaatiota ensim-  
mäiselle lähetinvastaanottimelle siten, että estimoitu luotettavuus olisi mahdol-  
lisimman lähellä annettua luotettavuutta, t u n n e t t u siitä, että

30 muodostetaan usean vastaanotetun kehyksen luotettavuusmittojen  
avulla vähintään yhden luotettavuusmitan jakauman estimaatti,

lasketaan tehonsäätöinformaatio estimoidun luotettavuuden perus-  
teella.

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u  
35 siitä, että säädetään annettua kynnysarvoa signaalin laadun optimoimiseksi  
askelmaisesti siten, että askelkoko riippuu estimoidusta luotettavuudesta.

4. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että signaloidaan askelmaisia tehonsäätökomentoja ensimmäiselle lähettävään vastaanottimelle siten, että askelkoko riippuu estimoidusta luotettavuudesta.

5 5. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että signaloidaan haluttu lähetysteho siten että teho riippuu estimoidusta luotettavuudesta.

6. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että dekooderista saadaan estimaatti signaalin bittivirhesuhteesta.

10 7. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että dekooderista saadaan estimaatti kehysten bittien bittivirhesuhteista.

8. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että dekooderista saadaan estimaatti signaalin kehysvirhesuhteesta.

9. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että dekooderista saadaan signaalin uskottavuusmetriikka.

15 10. Patenttivaatimuksen 3 tai 4 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että askelkoko riippuu estimoidusta luotettavuudesta ja yhteydelle asetusta luotettavuusvaatimuksesta.

11. Patenttivaatimuksen 3 tai 4 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että askelkoko valitaan joukosta mahdollisia askelkokoja.

20 12. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että vastaanotetulle signaalille estimoidaan dekooderin ulostulosignaalin perusteella oikeiden kehysten todennäköisyys ja että tehonsäätöä ohjataan estimoidun todennäköisyyden perusteella.

25 13. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että luotettavuuden laskemisessa käytetään hyväksi dekooderin antamia pehmeitä päätöksiä.

14. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että luotettavuusarvojen kanssa säädössä käytetään CRC-laskennassa saatuja arvoja.

30 15. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että luotettavuusestimaatin avulla etsitään askelarvo, joka optimoi BER-katkostodennäköisyyden.

35 16. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että peräkkäisissä kehyksissä lähettävä informaatio on ainakin osittain samanlaista.



17. Patenttivaatimuksen 16 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että peräkkäisten kehysten luotettavuusmetriikoiden kombinaatio pyritään saamaan halutuksi.

18. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, 5 että lasketaan vähintään kaksi luotettavuusmetriikan jakaumaa, missä eri jakaumat vastaavat eri signaalistatistiikkaa dekooderin sisäänmenossa.

19. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että käytetään luotettavuusmitan jakauman muodostamisessa ei-parametrasta estimaattoria.

20. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, 10 että käytetään luotettavuusmitan jakauman muodostamisessa parametrasta estimaattoria.

21. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että luotettavuusestimaatti riippuu dekooderin ulostulosta saatavien informaatiobittien a posteriori-todennäköisyyksistä tai likelihood-arvoista. 15

22. Järjestely tehonsäädön toteuttamiseksi kahden lähetinvastaanottimen (202, 208) välisellä yhteydellä, joka järjestely käsittää toisessa lähetinvastaanottimessa (208)

20 välineet (312) vastaanottaa ensimmäisen lähetinvastaanottimen lähettämää kehysmuotoista signaalia,

wälineet (316) dekodata vastaanotettua signaalia, jotka välineet on sovitettu antamaan ulostulossaan estimaatin signaalin luotettavuudesta,

wälineet (318) verrata estimoitua luotettavuutta tai sitä mallintavaa parametria tiettyyn annettuun kynnysarvoon,

25 wälineet (318, 320) säätää ensimmäisen lähetinvastaanottimen lähetystehoa muodostamalla ja signaloimalla tehonsäätöinformaatiota ensimmäiselle lähetinvastaanottimelle siten, että estimoitu luotettavuus olisi mahdollisimman lähellä annettua luotettavuutta,

30 wälineet (318, 320) säätää annettua kynnysarvoa signaalin laadun optimoimiseksi, tunnettu siitä, että

wälineet (318) laskevat tehonsäätöinformaation estimoidun luotettavuuden perusteella.

23. Järjestely tehonsäädön toteuttamiseksi kahden lähetinvastaanottimen (202, 208) välisellä yhteydellä, joka järjestely käsittää toisessa lähetinvastaanottimessa (208) 35

välineet (312) vastaanottaa ensimmäisen lähetinvastaanottimen lähettämää kehysmuotoista signaalia,

välineet (316) dekoddata vastaanotettua signaalia, jotka välineet on sovitettu antamaan ulostulossaan estimaatin kunkin vastaanotetun kehyksen luotettavuudesta,

välineet (318) verrata estimoitua luotettavuutta tai sitä mallintavaa parametria tiettyyn annettuun kynnsarvoon,

välineet (318, 320) säättää ensimmäisen lähetinvastaanottimen lähetystehoa muodostamalla ja signaloimalla tehonsäätöinformaatiota ensimmäiselle lähetinvastaanottimelle siten, että estimoitu luotettavuus olisi mahdollisimman lähellä annettua luotettavuutta,

t u n n e t t u siitä, että

välineet (318) muodostavat usean vastaanotetun kehyksen luotettavuusmittojen avulla vähintään yhden luotettavuusmitan jakauman estimaatin, ja laskevat tehonsäätöinformaation estimoidun luotettavuuden perusteella.

24. Patenttivaatimuksen 22 tai 23 mukainen järjestely, t u n n e t t u siitä, että välineet (318) säättävät annettua kynnsarvoa signaalin laadun optimoimiseksi askelmaisesti siten, että askelkoko riippuu estimoidusta luotettavuudesta.

25. Patenttivaatimuksen 22 tai 23 mukainen järjestely, t u n n e t t u siitä, että välineet (318, 320) signaloivat askelmaisia tehonsäätökomentoja ensimmäiselle lähetinvastaanottimelle siten, että askelkoko riippuu estimoidusta luotettavuudesta.

26. Patenttivaatimuksen 22 tai 23 mukainen järjestely, t u n n e t t u siitä, että välineet (318, 320) signaloivat halutun lähetystehon siten että teho riippuu estimoidusta luotettavuudesta.

27. Patenttivaatimuksen 22 tai 23 mukainen järjestely, t u n n e t t u siitä, että dekodausvälineiden (316) ulostulossa on estimaatti kehysten bittien bittivirhesuhteista.

28. Patenttivaatimuksen 22 tai 23 mukainen järjestely, t u n n e t t u siitä, että dekodausvälineiden (316) ulostulossa on estimaatti signaalin bittivirhesuhteesta.

29. Patenttivaatimuksen 22 tai 23 mukainen järjestely, t u n n e t t u siitä, että dekodausvälineiden (316) ulostulossa on estimaatti signaalin kehysvirhesuhteesta.

30. Patenttivaatimuksen 22 tai 23 mukainen järjestely, t u n n e t t u siitä, että dekodausvälineiden (316) ulostulossa on signaalin uskottavuusmetriikka.

5 31. Patenttivaatimuksen 24 tai 25 mukainen järjestely, t u n n e t t u siitä, että välineet (318, 320) ohjaavat tehonsäätöä siten, että askelkoko riippuu estimoidusta luotettavuudesta ja yhteydelle asetusta luotettavuusvaatimuksesta.

32. Patenttivaatimuksen 24 tai 25 mukainen järjestely, t u n n e t t u siitä, että välineet (318) valitsevat askelkoon joukosta mahdollisia askelkokoja.

10 33. Patenttivaatimuksen 22 tai 23 mukainen järjestely, t u n n e t t u siitä, että välineet (318) käyttävät luotettavuuden laskemisessa hyväksi dekooderin antamia pehmeitä päätöksiä.

34. Patenttivaatimuksen 22 tai 23 mukainen järjestely, t u n n e t t u siitä, että välineet (318) käyttävät luotettavuuden laskemisessa hyväksi CRC-laskennassa saatuja arvoja.

35. Patenttivaatimuksen 22 tai 23 mukainen järjestely, t u n n e t t u siitä, että välineet (318) etsivät luotettavuusestimaatin avulla askelarvon, joka optimoi BER-katkostodennäköisyyden.

20 36. Patenttivaatimuksen 22 tai 23 mukainen järjestely, t u n n e t t u siitä, että välineet (312) vastaanottaa ensimmäisen lähetinvastaanottimen lähettämää kehysmuotoista signaalia, jossa peräkkäisissä kehyksissä oleva informaatio on ainakin osittain samanlaista.

25 37. Patenttivaatimuksen 22 tai 23 mukainen järjestely, t u n n e t t u siitä, että välineet (318) ohjaavat tehonsäätöä siten, että peräkkäisten kehysten luotettavuusmetriikoiden kombinaatio pyritään saamaan halutuksi.

38. Patenttivaatimuksen 23 mukainen järjestely, t u n n e t t u siitä, että välineet (318) laskevat vähintään kaksi luotettavuusmetriikan jakaumaa, missä eri jakaumat vastaavat eri signaalistatistiikkaa dekooderin sisäänmenossa.

30 39. Patenttivaatimuksen 23 mukainen järjestely, t u n n e t t u siitä, että välineet (318) käyttävät luotettavuusmitan jakauman muodostamisessa ei-parametrasta estimaattoria.

35 40. Patenttivaatimuksen 23 mukainen järjestely, t u n n e t t u siitä, että välineet (318) käyttävät luotettavuusmitan jakauman muodostamisessa parametrasta estimaattoria.

41. Patenttivaatimuksen 22 tai 23 mukainen järjestely, t u n n e t t u siitä, että välineet (318) laskevat luotettavuusestimaatin siten, että se riippuu dekooderin ulostulosta saatavien informaatiobittien a posteriori-todennäköisyyksistä tai likelihood-arvoista

### (57) Tiivistelmä

Menetelmä tehonsäädön toteuttamiseksi kahden lähetinvastaanottimen (202, 208) välisellä yhteydellä, jossa menetelmässä vastaanotetaan ensimmäisen lähetinvastaanottimen (202) lähettämää kehysmuotoista signaalia toisella lähetinvastaanottimella (208), dekodataan vastaanotettua signaalia toisen lähetinvastaanottimen dekoodeerissa (316), joka dekooderi antaa ulostulossaan estimaatin signaalin luotettavuudesta, verrataan estimoitua luotettavuutta tai sitä mallintavaa parametria tiettyyn annettuun kynnysarvoon, säädetään ensimmäisen lähetinvastaanottimen lähetystehoa toisessa lähetinvastaanottimessa signaloimalla tehonsäätöinformaatiota ensimmäiselle lähetinvastaanottimelle siten että estimoitu luotettavuus olisi mahdollisimman lähellä annettua luotettavuutta. Keksinnön mukaisessa ratkaisussa lasketaan tehonsäätöinformaatio estimoidun luotettavuuden perusteella.

(Kuvio 3)

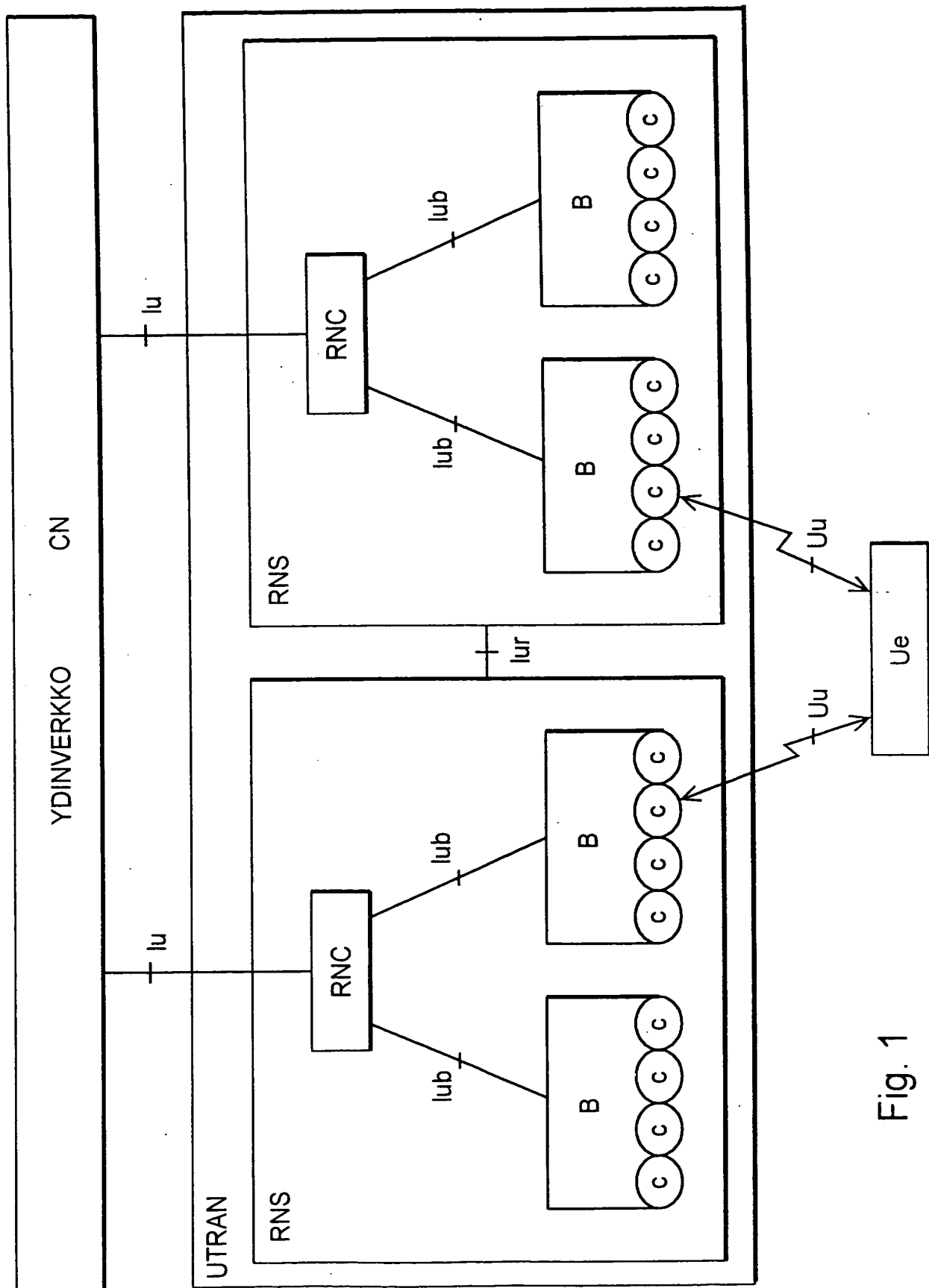


Fig. 1

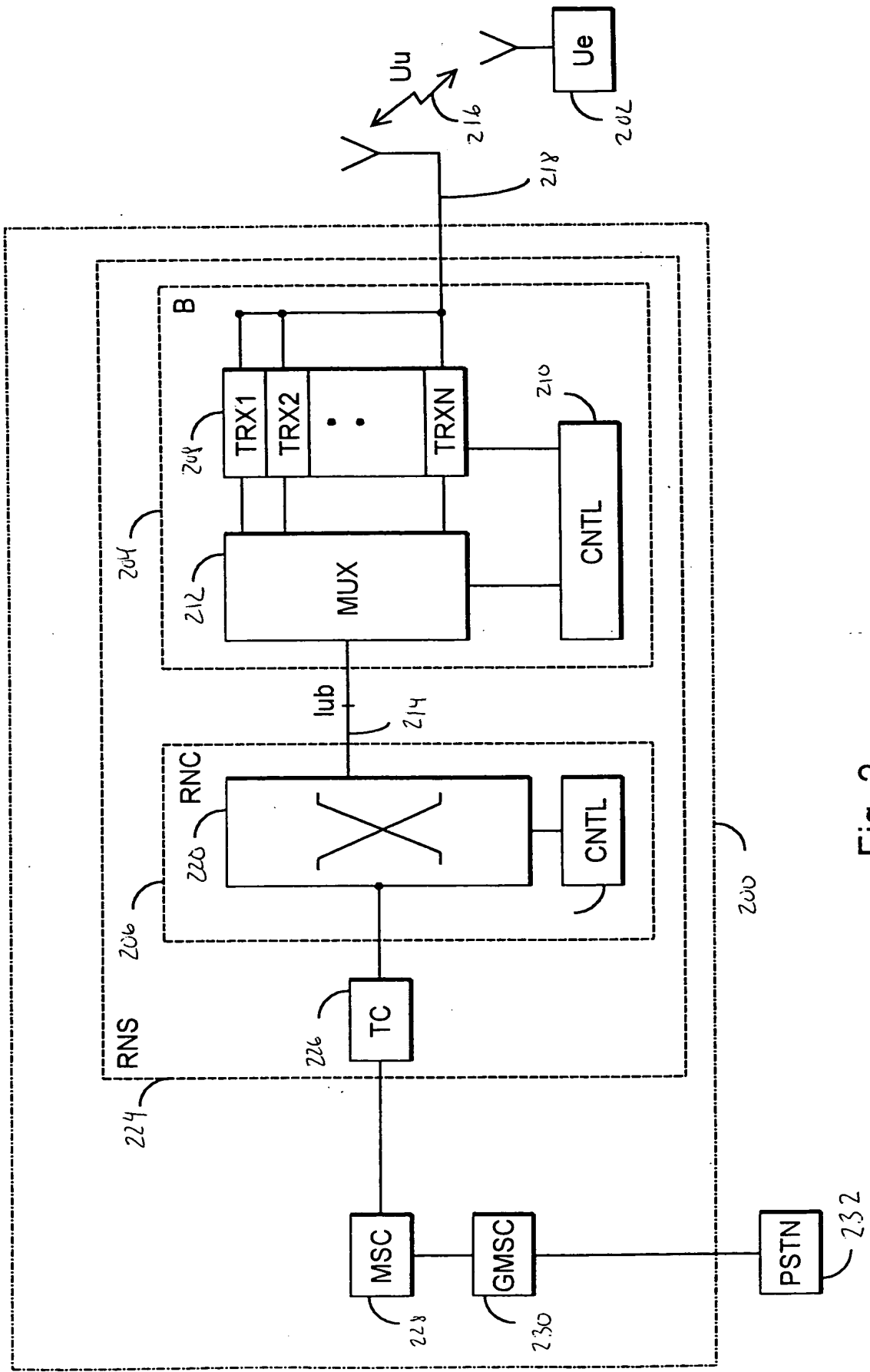


Fig. 2

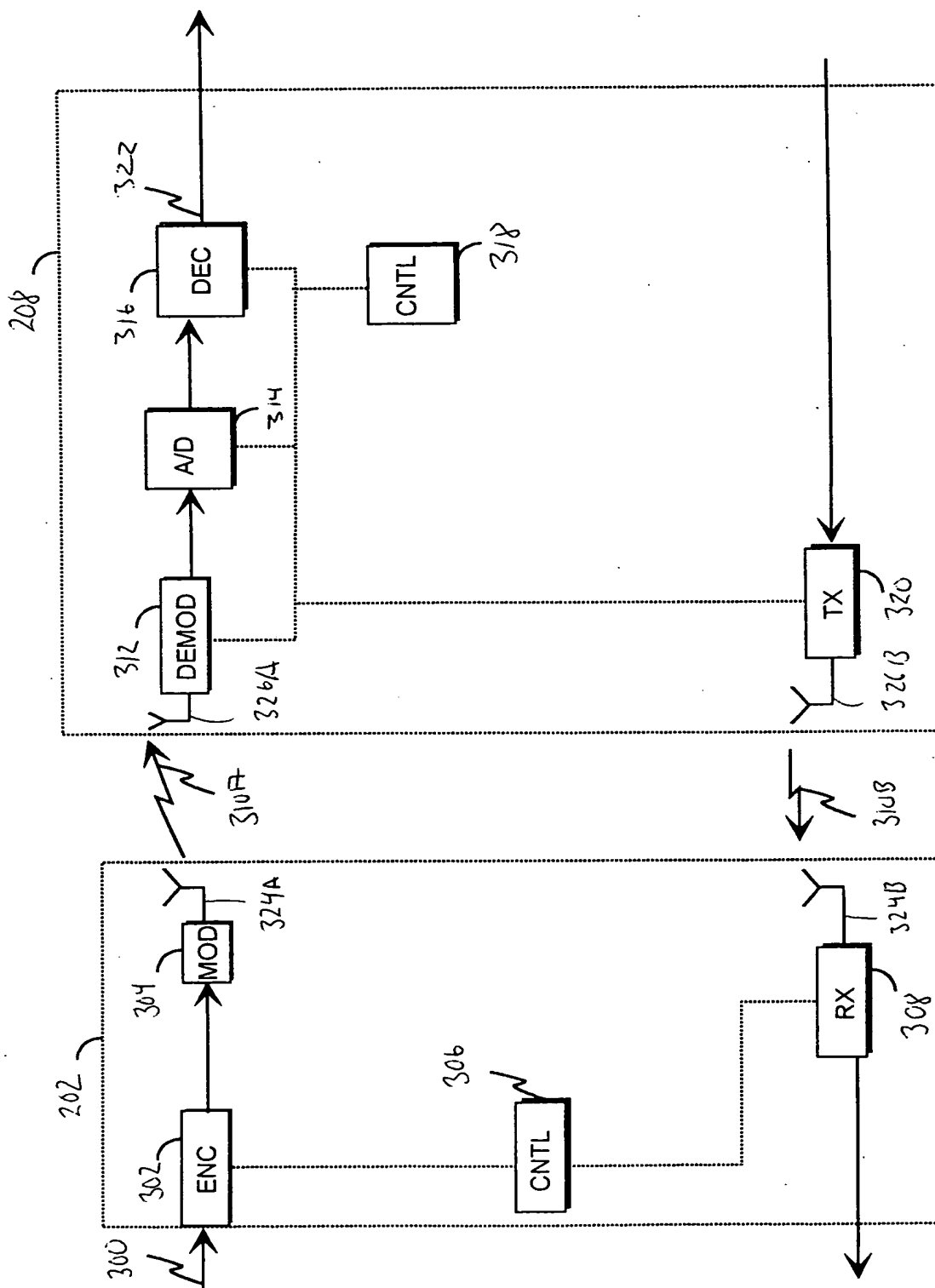


FIG 3